National Défense
Defence nationale

Chief Review Services

REPORT ON CANADIAN PATROL FRIGATE COST AND CAPABILITY COMPARISON

26 March 1999

7050-11-11 (CRS)

Canada

101-01662/

Interdepartmental Review of the Canadian Patrol Frigate Project: Report on Benchmarking of Cost and Capability

1.1 Summary

1.1.1 This report forms a component part of reporting on the Interdepartmental Review of the Canadian Patrol Frigate (CPF) Project. It presents an independent comparison based on manufacturer's performance specifications and costing information for the CPF relative to frigates built by several other countries during the same timeframe. This comparative analysis was performed by DND review staff in May 1995 essentially as background to other, more traditional assessments of aspects of the Project.

1.1.2 This analysis has concluded that, based on performance specifications, the CPF is a world-class fighting ship and that, in accordance with NATO costing conventions, the production cost for the last ship is reasonably competitive with other nations. The CPF exceeds the individual performance characteristics of its contemporaries in more aspects than it is equivalent or falls relatively short. These conclusions are ultimately founded on costing data and manufacturer's marine and combat system specifications obtained through extensive research of issues of Jane's Fighting Ships and Forecast International. Our literature search also supports the view that, notwithstanding considerable difficulties experienced in the early stages of the CPF Program, it succeeded in producing a multi-purpose frigate that has received positive international recognition.

1.1.3 There has been some criticism of this analysis, particularly as it appeared in first draft. These concerns have centered on elements of subjectivity. It has been suggested that increased levels of analytical sophistication be incorporated through the use of an expert panel as well as comparisons based on responses to defined threat scenarios. We have not taken these steps. However, in view of these comments, and the largely unavoidable element of subjectivity, the conclusions of the analysis have been limited. The review team is now confident that the conclusions of this independent analysis are appropriately qualified and reasonable in the circumstances.

1.1.4 The CPF Project Management Office (PMO) has also offered certain criticism of the analysis. The PMO has observed that a capability comparison is by necessity subjective, as the metrics on which to base an objective qualitative assessment of combat capability are generally not available. In response to the report, the PMO has cited the very positive conclusions of a similar, albeit more in-depth, 1997 analysis of technological advances on several world class frigates performed by the Center for Security Strategies and Operations, the research and analysis arm of TECHMATICS, a Virginia-based firm. We were advised that this study was sponsored by the Prime Contractor for the CPF.

1.1.5 Recent media reports have indicated that certain difficulties have been experienced, particularly with respect to CPF and Tribal Class missile firings. It would appear that these difficulties are attributable to a combination of factors related to operator training and technical attributes that were experienced in 1997 during exercises designed to test weapons systems at extended ranges in combat-like scenarios. Our work, which was substantially conducted in 1995, has not positioned us to provide independent comment on these more recent developments. Worthy of note, however is the caveat offered by the Centre for Security Strategies and Operations, that, "...the combat effectiveness of a complex weapons system under the stress of combat is difficult to measure." It is difficult for an equipment testing and evaluation regime to anticipate all potential combinations of operator, equipment and environmental interaction and conditions.

1.1.6 Other reports to be released as part of the Interdepartmental Review of the CPF are outlined in the table below.

Table 1: CPF Review Reports and Responsibilities

Area of Review	Review Organization
CPF Contract Management Framework	DND/Chief of Review Services (CRS) and PWGSC/Director General Audit and Review (DGAR)
Combat Systems Trainer Project (Contract Management)	Coopers and Lybrand under a contract jointly managed by DND/CRS and PWGSC/DGAR
Conflict of Interest	DND/CRS and PWGSC DGAR
Security of Information	DND Security and Military Police and PWGSC Internal Affairs/Industrial/Corporate Security.

2.1 Introduction

2.1.1 The analysis contained in this report was performed by DND review staff. The report presents weapon system specifications and costing information for the CPF relative to frigates built by 11 other countries during the same timeframe. This benchmarking information and analysis is not sufficient to support hard conclusions on the relative performance and cost of the ships. Rather it provides indicators which must be considered in the context of limitations on the level of sophistication of the analysis and on the availability of equally reliable information on all of the ships and for all of their characteristics and costs. However, information presented on

the CPF does have the benefit of considerable corroboration through systems-based audit work (separately reported) which was performed to, among other things: a) substantiate reported costs; and, b) determine that the Crown obtained what it contracted for and that a well executed program of equipment testing and evaluation/quality assurance (T&E/QA) was in place. Key sources of data on performance specifications and costs were the 99th edition of *Jane's Fighting Ships* and the annual US publication, *Forecast International/DMS Market Intelligence Report*. Although these sources primarily provide information on performance of navy combat and marine systems, our research also involved reference to several naval journals dating back to 1986 to determine costs and capabilities of other warships constructed in the same timeframe as the CPF. Information was also obtained directly from NATO contacts, other allies and from DND sources.

2.1.2 We recognize the challenges and limitations in performing a comparative analysis with other frigates. Ultimately, a degree of subjectivity cannot be avoided. Issues arise at the outset regarding, for example, weightings to be assigned to individual subsystem operating specifications. The National Defence Director of Maritime Ship Support (DMSS) advised us that allied naval architects have not agreed on weighting factors for the various capabilities. As well, it was difficult to balance the subsystem performance specifications with reliability/maintainability data that was not readily available. The sophistication of our analysis could also be enhanced through consideration of the response to threat scenarios. However, this would require reliable information on the tested capabilities of each ship, as well as agreement on the most pertinent threat scenarios; additional elements of subjectivity would undoubtedly result. Accordingly, the analysis seeks to minimize qualitative judgements on the part of the reviewers. We share the view that such an analysis would benefit from the application of expert opinion, ideally in the form of an expert panel. At this point, we have not taken that step.

2.1.3 It should also be noted that the country of origin of the particular frigates is not identified given that certain of the information presented was provided to the DND reviewers in confidence.

3.1 Conclusion

3.1.1 Our analysis indicates that the CPF is a world-class fighting ship and that, based on NATO costing conventions, the production cost for the last ship is reasonably competitive with other nations. The CPF exceeds the individual marine and combat system characteristics of other ships in decidedly more instances than it is equivalent or falls short. Additionally, our literature search suggests that, notwithstanding some bad press and difficulties experienced by the CPF Program in its early stages, by 1996 the Frigate has received positive international recognition from several expert sources.

4.1 Capability Comparison

4.1.1 The 11 ships that were selected to compare with the CPF are classified as frigates and are still in service with world navies operating in the North Atlantic and Pacific Rim. The weapon and platform characteristics were obtained from *Jane's Fighting Ships* and *Forecast International*. Weapon and platform operational characteristics are based on manufacturer specifications in optimum conditions, a common comparison baseline for all 11 frigates. In consultation with DMSS, the ship characteristics were divided into nine capability categories. Each type of weapon and sensor system was compared with criteria such as number of systems, range, rate of fire, and weight of fire. Platform capability comparisons such as survivability included: hull strength, damage control systems, noise reduction, infra red signatures, decoys, electronic counter measures, nuclear biological and chemical defence, and radar signature reduction.

4.1.2 As depicted in Figure 1, for each capability, CPF subsystem operational characteristics were assessed as equivalent, superior, or inferior to the subsystems of the other 11 frigates. Given that allies have not agreed on weighting criteria, we concurred with comments which challenged our earlier attempt to quantify the capability comparison by rolling up all nine capabilities into a total score. As such, Figure 1 uses a scorecard approach portraying the assessment as a qualitative comparison of each subsystem capability.

4.1.3 It is not our intention to provide an in-depth explanation of Figure 1. The details of this capability comparison and the methodology can be found in Annexes A and B respectively. Figure 1 provides an indication of the relative strengths of the CPF. These include its high degree of integration of combat and marine systems as well as its long-range deployment and endurance. The overall performance of the ship is further enhanced by its capacity to perform in multiple roles.

4.1.4 Our 1995 review of the CPF noted the early difficulties experienced by the Program. For example, the magnitude of the software integration that had to be achieved was perhaps unrivaled during the period and it experienced many of the problems typical of major software development projects at that time. The PMO attributes the greater part of early difficulties to the development of a warship-building capability in Canada. Particularly during the late 1980's and early 1990's, the Program received some negative press prior to the acceptance of the first Frigate. An example is a September 1991 article *Canadian Patrol Frigate Trials and Tribulations*, which appeared in *Navy International*. However, consistent with our own observations and the results indicated by this comparative analysis, "expert" testimony encountered in our literature search of material prior to 1996 tended to corroborate the success of the Program. We make reference to certain articles appearing in professional journals. We

CPF Capability Comparison With 11 Frigates From Other Nations

Capability (Subsystem Groupings)	CPF	Ship 1	Ship 2	Ship 3	Ship 4	Ship 5	Ship 6	Ship 7	Ship 8	Ship 9	Ship 10	Ship 11
Multi-purpose Roles												
Range, Crew Size												
Surface to Surface Weapons												
Air Defence												
Sub-surface Weapons												
Surface/Sub-surface Detection												
Close in Defence												
System Integration												
Survivability												

CPF Superior CPF Equivalent CPF Inferior

Figure 1

also cite remarks made to us by the US MITRE Corporation, a non-profit organization which provides technical support to the US government and which provided consulting advice to the CPF Program. The veracity of their assessment is considered against the backdrop of the very tough-minded reports that they delivered over the course of the Program.

4.1.5 The editor of one of the principal sources of information,*Jane's Fighting Ships*, a British publication, stated that "the Canadian City class are excellent modern warships"[1]. As well, *Forecast International*, a US publication which provides an annual assessment of warship capability and export potential, included the following commentary:

> After a very shaky start, mainly due to the long gap in Canadian warship construction, the Halifax class frigates have matured into fine warships. The lead ship of the class has been the subject of unstinting praise from the US Navy, following visits to American naval bases. HMCS Halifax is also regarded as being a very satisfactory and a well-conceived design by the British Royal Navy Directorate of Navy Construction.

4.1.6 We also noted during an interview with representatives of the MITRE Corporation, a major US consulting company that assisted the CPF program in rectifying weapon systems software integration difficulties, the following statement:

> The MITRE team had approximately 120 years of software consulting experience to bring to the CPF project. In comparison to other software development projects they have worked on, the CPF was one of the most significant in terms of integration complexity. Several US projects that were initiated in the 1960s took until the 1980s to fully mature with several necessary software upgrades. The CPF had successfully achieved a high level of maturity by the time of system acceptance.[2]

4.1.7 The difficulties experienced with the CPF system integration were due in some measure to the developmental nature of software design methodologies. However, as observed by the international naval journal *Naval Forces*, in a comparison of allied frigate command and control systems, the CPF combat systems distributed architecture was considered leading edge technology:

> The Canadian Navy and Unisys GSC deserve great credit for getting the first fully distributed surface ship command system into service. The City class patrol frigates have the Shipboard Integrated Processing and Display System (SHINPADS), a system which has impressed all who have seen it in action. What makes SHINPADS so advanced was the early recognition by the designers of the changing options in combat system architecture. A study initiated 20 years ago concluded that computer hardware costs were falling rapidly, and that single central processing computer systems were becoming obsolete.[3]

---

1 Ottawa Citizen, Capt Richard Sharpe, 23 February 1995

2 MITRE is a non-profit company that provides technical support to the US government.

3 Naval Forces, Seeing The Big Picture, Anthony Reston, November 1994, Volume XV

4.1.8 In response to an earlier draft of our report, the CPF Project Management Office provided a July 1997 analysis of frigate-type warships completed by the US CSSO. Annex C provides background information on this organization. The PMO has fully endorsed their analysis, suggesting that it is superior to that performed by the departmental review staff in 1995. The PMO has also informed us that the CSSO analysis was sponsored by the CPF prime contractor.

4.1.9 The objective of the CSSO analysis was to arrive at a detailed comparison of the CPF with other frigates in service by 28 June 1992, the date on which the lead ship, *HMCS Halifax*, entered service. The analysis includes a comparison of the *Halifax* to five 1992 classes of frigate-type warships operated by allied nations. We have summarized the results of this CSSO analysis of the state of the art in 1992 frigate-type warships in Figure 2 in order to compare this assessment to the CRS analysis. As it happens, the overall results are not dissimilar to those that we have presented in Figure 1. The CSSO report also includes the following narrative summary:

> The *Halifax* incorporates several advanced state-of-the-art systems which are at the leading edge of international naval technology. While individually these systems provide only small incremental increases in warfighting capability, taken as a whole, their impact may be significantly larger. A few more seconds of additional reaction to surprise attacks, better and faster assessment of intelligence and information, automated decision making that minimizes the probability of human error and delay, the ability to absorb damage, and other features can combine to make the difference between ship survival and loss, between mission success or failure. Prior experience has shown that survivability counts. The ability to minimize the effects of an initial hit and to remain operational becomes paramount. Also, the modular design of the *Halifax's* combat system with redundant data buses provides more growth potential than the hardwired analog systems employed by most other frigates.
>
> The combat effectiveness of a complex weapon system under the stress of combat is difficult to predict and measure. In the case of both the British frigate *Sheffield* in the Falklands War and the US frigate *Stark* in the Persian Gulf, the ship's potentially effective self-defense systems were not employed because of human error. The completely automated combat system in the Halifax is therefore assessed to be an important advancement in the state-of-the-art of frigate-type warships.

4.1.10 We are not in a position to endorse the CSSO study. Neither do we have cause to doubt its veracity. However, throughout our analysis, we remained concerned that we had not afforded sufficient attention to the implications of the unprecedented levels of systems integration achieved by the CPF. To the extent that the CSSO study has validity, our analysis may understate the overall capability of the Frigates. Additional narrative excerpts from this study report appear in Annex D.

USA Center for Security Strategies and Operations
Comparative Analysis of the State of Art in
Frigate-Type Warships 1983 to 1992

Frigate Capability	CPF	Ship A	Ship B	Ship C	Ship D	Ship E
Command & Control Systems						
Communication Systems						
Machinery Control Systems						
Survivability						
Acoustic Signature						
Radar Signature						
Thermal Signature						
Self Defense Capability						
Anti-Submarine Warfare						
Surface to Surface Combat						

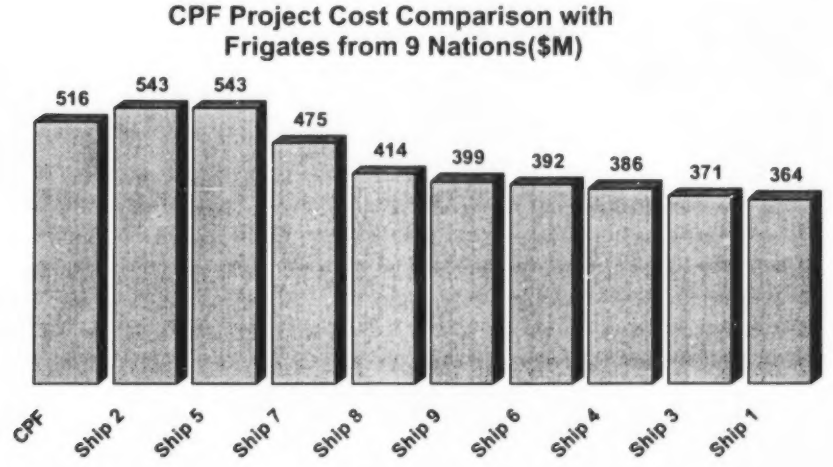
CPF Superior CPF Equivalent CPF Inferior

Figure 2

4.1.11 To supplement the field work completed in 1995, the review team performed an examination of CPF post-deployment reports for the period 1995-98. These would provide an indication of end-user perspectives on the performance of the ships. The results of this assessment can be found in Annex E. The indicators were generally favourable and corroborated 1995 interviews with CPF commanding officers and their staffs.

5.1 Cost Comparisons

5.1.1 Our research on relative costs encountered difficulty in obtaining equivalent costing information. Information available to us on the CPFs was understandably more all-inclusive than that which was available for other frigates. For example, certain of the ships were in production for some time and the costs we obtained may reflect only ongoing production costs - development costs are excluded. In addition, the contracting strategies employed in each country could well affect the costs reported to a project. A major objective of the CPF Program was to achieve a high degree of industrial regional benefits, as well as develop a national warship construction industry and electronics integration expertise. Our intent was to ensure that, to the



Costs based on contract awards, GFE and project mgt, less design & spares costs in 1995 Cdn$.

Figure 3

extent practicable, we achieved a comparison of like costs. In all of the cost comparisons that are presented, we factored in cost escalation rates during the period the frigates were under design and construction as well as currency exchange rates. The cost comparisons are based on 1995 Canadian current year dollars.

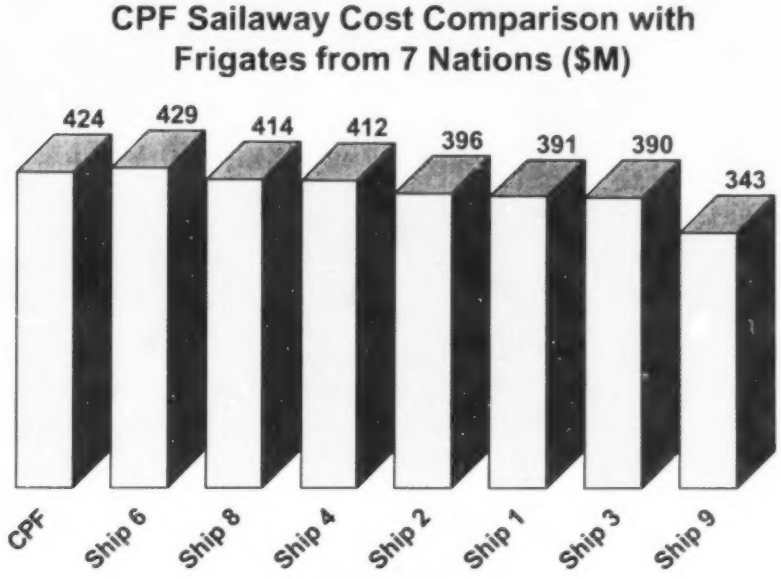


Figure 4

5.1.2 Figures 3 and 4 offer two perspectives on the costs associated with the frigates we reviewed. To varying extents, project costs depicted in Figure 3 will include such areas as contract award value, government furnished equipment (GFE), project management costs, training, quality assurance documentation and insurance. However, it was not possible to determine, for example, whether some contract awards included facility construction. In addition, unlike the CPF, many of the frigates had minor design changes from a previous class of frigates, resulting in smaller design costs. As it was not possible to capture the design costs of previous versions of the allied frigates, we excluded design costs for all of the frigates to ensure a common basis for the comparison. (In this respect, it has been correctly pointed out to us that exclusion of design costs would somewhat bias the comparison in favour of the CPF given that design and development costs would be amortized over a relatively small production run of 12 ships.)

5.1.3 In view of complications regarding the definition and availability of equivalent costing information, we have based our comparative analysis of costs on a NATO convention, Sail-away costs. These costs are depicted in Figure 4. They are based on a NATO-agreed Allied Naval Engineer Publication (ANEP-41) ship-costing convention. NATO Sail-away costs include ship construction, hardware, minor design changes, tests and trials, initial spares and fuel. These costs represent production costs and are quoted as export prices in the US publication *Forecast International.* (Sail-away costs were not available for all of the ships used for our comparison of capabilities.) However, as an additional indication of the difficulty in obtaining complete project costs, it is worth noting that, for ships 1, 3, 4 and 6, the Sail-away costs shown in Figure 4 are higher than the project costs depicted in Figure 3. This is clearly not the case for the CPF. Project costs from other nations may not reflect government subsidized shipyard costs or include infrastructure improvements.

5.1.4. It is also noteworthy that the Sail-away costs for ships 1, 3, and 9 are the lowest. However, some explanation may be provided by examining the differences in capabilities in Figure 1 and Annex A. The CPF is superior in size, range, crew endurance, stealth and towed array detection systems. As well, Ships 1, 3 and 9 do not have a multi-role capability. Use of the NATO ship-costing convention best permits the analysis to approach a comparison of like costs. It essentially approximates the export price of ships as reported in a recognized professional journal that we verified with other cost information. To the extent that it reflects the marginal cost of production, it is noteworthy that this cost declined steadily for the CPF, from $480M for the first ship to $424M for the last ship.

Bibliography

G. De Bakker, *French Frigate Programs, International Defence Review*, 1 Oct 89

Cdr K.B. Bait, *Canadian Defence Liason Staff (London)*, 10 Nov 95

P. Beaver, *Type 23 SSCS Not Before 1995, Jane's Defence Weekly*, 12 May 90

P. Beaver, *Encyclopaedia of the Modern Royal Navy*, 3rd Edition

J. Betermier, *Splitting the Load, Two New French Frigates, International Defence Review*, 4/94

F. Bonnart, *NATO Frigate in the Doldrums, NATO's 16 Nations*, Nov 87

K.S. Brewer, N. Polmar, *Comparative Analysis of the State of the Art in Frigate-Type Warships 1983/1992, Center for Security Strategies and Operations*, Fairfax, USA, 2 Jul 97

R. Corney, *Information Request-ANZAC Frigate Costs, Inspector-General Division National Capital Centre*, Canberra, Australia, 30 Nov 95

Dutch Confirm Greek Kortenaer Buy, Jane's Defence Weekly, 15 Aug 92

H. Flock, *Are Large Warships Still Effective, Military Technology*, 7/89

Frigates, Navy International, Apr 90

Frigate Foray – Three Nations Try to Build Common Ship, Armed Forces Journal International, Aug 94

R. Foley, F Cranston, *Consortia Tighten ANZAC Costs, Jane's Defence Weekly*, 10 Jun 89

Forecast International/DMS Market Intelligence Report, Oct 95

A.W. Grazebrook, *Bold Approach to FFG Update, Asia-Pacific Defence Reporter*, Nov 94

Greeks Buy Bargain Frigates, Jane's Defence Weekly, 1 Aug 92

S. Hobson, *Complexities Delay Halifax Handover, Jane's Defence Weekly*, 6 May 89

Z. Hussein, *Ship Cost Estimating, Directorate of Naval Architecture and Systems Engineering*, NDHQ, Ottawa, Jul 91

J. Isnard, *Taiwan in $1.8B Frigate Deal, Jane's Defence Weekly*, 13 Jan 90

G. Jacobs, *The US Navy FFG7s in Service, Navy International*, Jul 86

J. Janssen Lok, *Frigate Selection Denied by Taiwan, Jane's Defence Weekly*, 27 Apr 91

J. Janssen Lok, *Europe's Other Frigate Moves Ahead, Jane's Defence Weekly*, 11 Feb 95

J. Janssen Lok, *Bazan Builds on Technology, Jane's Navy International*, Mar/Apr 95

J. Janssen Lok, *Common Ground Sought on Future Frigates, Jane's Defence Weekly*, 12 Feb 94

R. Karniol, J. Janssen Lok, *Korean Projects Pick Up Speed, Jane's Defence Weekly*, 9 Mar 91

Launch of the Brandenburg-First Type 123, Naval Forces, No. VI/1992, Vol XIII

J.A.C. Lewis, *France to Resume Frigate Offer, Jane's Defence Weekly*, 13 Jul 91

T.G. Lynch, *Canadian Patrol Frigate Trials and Tribulations, Navy International*, Sept 91

Naval Contracts Status Report, Navy International, Sept 90

New Zealand Opts for up to Four MEKO 200s, Jane's Defence Weekly, 9 Sept 89

Pakistan Looks to Buy UK Type 21s, Jane's Defence Weekly, 23 Jan 93

B. Prezelin, *The French Navy and Naval Industry, Navy International*, Oct 90

M.C Pugh, *Developments in the Australian and New Zealand Navies, Naval Forces*, No. II/1990 Vol. XI

R. Spittal, *Preliminary Report of CPF Versus Foreign Warship Capability and Cost Comparison, Directorate of Maritime Engineer Support*, 3 Jul 92

Capt R. Sharpe, *Jane's Fighting Ships*, 99th Edition, 1996, Surrey, UK

West Germany/Greece Sign MEEKO Deal, Jane's Defence Weekly, 18 Feb 89

D. Williams, Maj A. Fieglar, *PMO CPF Survey Report – A Comparison of European Warship Projects*, 14 Feb 92

P.L. Young, *Australian Frigate Construction, Navy International*, Jun 91

CPF CAPABILITY COMPARISON WITH OTHER FRIGATES

CPF Audit Factors Reviewed in Frigate Capability Comparison

- Range/crew size
- Multi-purpose roles
- Combat and marine system integration
- Air defence
- Surface to surface weapons
- Subsurface weapons
- Surface/subsurface detection
- Close in defence
- Survivability

CPF Capabilities

- Range 9,400 km, maximum speed 29 knots
- Displacement 5,235 tons
- Crew size ¥ 225 all ranks
- Multi-purpose¥ anti-submarine, anti-aircraft, surface to surface combat
- Integrated weapons, sensors, command and control
- Integrated machinery control system

Air defence

- 16 surface to air missiles (SAMs), 14.6 km range
- 57 mm gun, 17 km range, 220 rounds per minute (rpm), 77degree elevation

Surface to surface missiles (SSMs)/weapons

- 8 Harpoon missiles, range 130km
- 8 x 12 mm machine guns

Subsurface weapons

- 4 torpedo launchers, range 11 km
- Sea King helicopter, range 231 km

Surface/subsurface detection

- SPS 49 long range radar, range 249 km
- medium range radar, 100 km missile detection
- two fire control radars, range 140 km, 1 sq m target
- hull mounted sonar

- towed array sonar system
- helicopter deployed sonobuoys
- electronic intercept (CANEWS)

Close in defence

- 20 mm Vulcan, 1.5 km range, 3,000 rpm

Survivability

- shock tested hull
- noise reduction ¥ raft mounted propulsion, air emission system
- infra-red signature reduction in exhaust stack
- radar absorbent material
- Shield infra-red and chaff decoys
- Nixie torpedo decoy
- electronic jamming (RAMSES)
- damage control system, automated fire repression
- redundant platform systems
- distributed command and control architecture
- nuclear, biological, chemical (NBC) defence overpressure system

Individual Ship Capability Comparison

- **Ship 1**

Inferior Characteristics

- 1,000 tons lighter than CPF
- 50 fewer personnel on crew
- Poor system integration
  - command and control system (CCS) contract let in 1995
- SAM range 6 km shorter
- Reduced maintenance facilities
- Inferior sensor suite

Superior Characteristics

- 114 mm gun, 5 km longer range, 25 rpm
- Two 30 mm close in weapon system (CIWS), 1.5 km longer range than CPF, 650 rpm
- 2,300 km longer range than CPF
- Low radar/noise signature

- **Ship 2**

Inferior Characteristics

- 1,150 tons lighter than CPF
- 3,400 km shorter range ¥ gas turbine only
- Single shaft propulsion
- 19 fewer personnel on crew
- Poor system integration
- Single launcher air defence
- Poor survivability (infra-red, noise, radar)

Superior Characteristics

- 76 mm gun, 17 km range, 85 rpm
- SAM 30 km further than CPF
- Two more torpedo launchers
- Two helicopters

NB In instances where criteria were assessed as equivalent between the CPF and other frigates, no statement has been made.

- **Ship 3**

Inferior Characteristics

- 1,500 tons lighter than CPF
- 62 fewer personnel on crew
- SSM not included ¥ space available
- No air emission or rafting
- No NBC overpressure
- Eight fewer SAMs
- No close in weapon system

Superior Characteristics

- 127 mm gun, 23 km range, 20 rpm
- Two more torpedo launchers

- **Ship 4**

Inferior Characteristics

- 1,700 tons lighter than CPF
- 86 fewer personnel on crew
- Inferior air defence ¥ eight fewer SAMs
- 60 km shorter SSM range
- Four knots slower than CPF
- No HMS or towed array ¥ space available
- No torpedoes

Superior Characteristics

- Larger gun ¥ 100 mm, 17 km range, 80 rpm
- Two 20 mm guns
- Low radar signature

NB In instances where criteria were assessed as equivalent between the CPF and other frigates, no statement has been made.

- **Ship 5**

Inferior Characteristics	Superior Characteristics
• 850 tons lighter than CPF • 3,500 km shorter range • 25 fewer personnel on crew • No towed array sonar	• Larger gun ¥ 76 mm, 16 km range, 85 rpm • Two 20 mm guns • Superior air defence ¥ 32 SAMs

- **Ship 6**

Inferior Characteristics	Superior Characteristics
• 550 tons lighter than CPF • 4,100 km shorter range • 26 fewer personnel on crew • Inferior system integration • No towed array • 88 km shorter SSM range • Older weapon and sensor systems	• Separation of sensors/weapons • Close in defence • 42 missiles, 9.5 km range • Two helicopters

- **Ship 7**

Inferior Characteristics	Superior Characteristics
• 2,000 tons lighter than CPF • 3,900 km shorter range • 52 fewer personnel on crew • No towed array sonar • No engine rafts or air emission	• Larger gun ¥ 127 mm, 23 km range, 20 rpm • Two 20 mm CIWS • Six torpedo launchers • Two knots faster than CPF

NB In instances where criteria were assessed as equivalent between the CPF and other frigates, no statement has been made.

- **Ship 8**

Inferior Characteristics	Superior Characteristics
• 1,800 tons lighter than CPF • 1,900 km shorter range • 69 fewer personnel on crew • No engine rafts or air emission • Inferior towed array	• Larger gun ¥ 76 mm, 12 km range, 85 rpm • 30 mm CIWS, .5 m longer range • Two 20 mm guns, 800 rds/min

- **Ship 9**

Inferior Characteristics	Superior Characteristics
• 1,300 tons lighter than CPF • 4,100 km shorter range • 55 fewer personnel on crew • No Integrated Machinery Control System (IMCS) • No towed array sonar	• Larger gun ¥ 127 mm, 23 km range, 20 rpm • Two more torpedo launchers than CPF • Two 30 mm CIWS

- **Ship 10**

Inferior Characteristics	Superior Characteristics
• 3000 tons lighter than CPF • Four knots slower than CPF • 55 fewer personnel • Two less SSMs, shorter range • 10 less SAMs, shorter range • No torpedo system • No towed array sonar system • No torpedo decoy system	• Two 100 mm guns, 18 rpm, 22 km range

NB In instances where criteria were assessed as equivalent between the CPF and other frigates, no statement has been made.

- **Ship 11**

Inferior Characteristics	Superior Characteristics
• 2,700 tons lighter than CPF • 114 fewer personnel • No SSMs • No towed array sonar system • No helicopter • Only one fire control radar • No torpedo decoy	• Larger gun ¥76mm, 85 rpm, 16 km range • Eight rocket launchers, 10 km range • Two more torpedo launchers than CPF

NB In instances where criteria were assessed as equivalent between the CPF and other frigates, no statement has been made.

Frigate Capability and Cost Comparison Methodology

1. **Ship Selection** To ensure a common baseline, effort was made to only compare the same class of ships from different nations. Only ships that were designated as Frigate class were considered in the CRS Review. Frigates that were operational or under construction in the time frame after final acceptance of the first Canadian Patrol Frigate in December 1992 were selected for the comparison. Ships operating in the North Atlantic or the Pacific Rim were considered as recommended by the Office of the Auditor General.

2. **Information Sources** Classified information of frigate trial results from 11 different nations was not readily available. Therefore, open literature was the primary source for performance specifications for weapon, sensor, and marine systems from annual publications such as *Jane's Fighting Ships and Forecast International/DMS Market Intelligence* Nine other naval defense journals, listed in the bibliography, were researched back to the year 1989 to gain assessments of the capability of world class frigates as well as the value of contract awards. Costing information was provided by the Canadian Patrol Frigate prime contractor, Canadian defense liaison staff serving in allied nations and past surveys conducted by the project management office.

3. **Selection of Combat Capabilities** The National Defense Director of Maritime Ship Support (DMSS) had performed limited comparisons of costs and capabilities in 1992. DMSS advised what categories of weapons, sensors and marine systems should be grouped in order to make a capability comparison. Nine different capability categories were recommended to assess the frigates capability relative to the Canadian Patrol Frigate:

- multi-purpose capability
- endurance (range/crew size)
- surface to surface weapons
- air defense weapons
- sub-surface weapons
- detection systems (surface/sub-surface)
- close in defense
- marine/ combat system integration

- platform survivability.

4. **Capability Comparison Criteria.** For each type of marine or combat system the optimal manufacturer performance specifications were compared in order to establish a common baseline for comparison. For each of the nine capabilities the CPF was assessed to be equivalent, superior or inferior to the capabilities of the other 11 frigates. The combat systems criteria were:

- the number of systems on the ship
- range of each system
- redundancy
- size of warhead
- rate of fire

For a ship platform capability such as survivability criteria included the following:

- Hull strength and testing
- Damage control systems and compartmentalization
- Noise reduction characteristics
- Radar and infra red signature reduction
- Electronic counter measures
- Availability of decoys such as torpedo decoys and chaff dispensers

5. **Overall Capability Assessment.** DMSS advised that allies could not agree on a weighting factor for each of the nine different capabilities that were compared. Therefore no effort was made to assign a quantitative score total for each the capabilities compared. Rather a qualitative approach was taken, assuming that each capability compared on 12 frigates carried equal weight.

6. **Costing Comparison.** Information on total frigate program costs was very difficult to obtain with the exception of the Canadian Patrol Frigate. Program costs for only nine of the 11 frigates were available. Currency exchange rates were taken into account to convert all costs to Canadian dollars. Historical escalation rates were also applied to convert current year dollars

into 1995 current year dollars. NATO sail away costs, defined in Allied Naval Engineer Publication (ANEP) 41, were only available for seven frigates from other nations as some ships were still not operational. Sail away costs represented the export prices or production costs of a ship including; ship construction, hardware, minor design changes, test andtrials, initial spares and fuel. Where possible, to ensure the accuracy of the sail away costs provided by *International/DMS Market Intelligence,* they were compared to the same elements of the project costs from other sources. Although project costs were compared, design costs and initial provisionings were not included as this information was not available for all frigates. We had more confidence in the sail away costs than the ship project costs for the following reasons:

a. nations constructing a large number of frigates would have lower unit costs;

b. incremental design changes between each class of frigate would result in lower design costs than those nations who build ships less frequently with significant technological change between each class;

c. government subsidy of ship yards will lower the cost of ship production;

d. initial provisioning policy with respect to years of spare parts procured will impact project costs;

e. some nations may include navy infrastructure improvements in project costs; and

f. training requirements may not be included in project costs by some nations.

Center for Security Strategies and Operations (CSSO)

CSSO is the research and analysis arm of TECHMATICS, a technology, engineering, and professional services firm. From its facilities in Arlington and Fairfax, Virginia, the CSSO undertakes research, analysis and planning projects for government and industry, focusing its efforts in several key areas: aerospace, foreign policy and international security, defense, naval and maritime, counter-terrorism, emergency preparedness, strategic and operational intelligence, risk analysis, and threat assessments.

Excerpts from CSSO Comparative Analysis of the CPF and Other Frigate-type Warships

Of all the frigates analyzed the *Halifax* class emphasizes survivability to the greatest extent. It employs a steel superstructure, ballistic protection, redundant propulsion and electrical systems, a redundant distributed combat system, a survivable integrated communications system, a survivable propulsion control system, excellent automated damage control feature, a uniquely comprehensive NBC citadel, and is rigorously shock protected and designed to withstand nuclear air blast loads.

The *Halifax*, which is equipped with a medium-frequency, hull mounted sonar and a low-frequency, passive towed-array sonar, hull-launched torpedoes, and one large CH-124 Sea King helicopter, as delivered is the highest rated frigate with regard to anti-submarine warfare capability.

The *Halifax* is the only frigate analyzed that has an advance, state-of-the-art, fully distributed combat system, with a distributed command and control system linked by redundant data buses. The *Halifax's* command and control system is also fully automated for all modes of operations. This is assessed to be very important since it minimizes the probability of human error. The *Halifax* has a state-of-the-art fully automated and integrated external communications system using computerized circuit set-up monitoring, and reconfiguration. The *Halifax's* advanced state-of the-art broadband high frequency communications system is assessed to provide good performance while requiring relatively limited frequency management.

The *Halifax* has an advanced state-of-the-art machinery control system that is assessed to be unique in that it is completely digital and based on six multi-function electronic displays in four redundant locations. The machinery control system also interfaces with the computerized damage control system.

End User Capability Assessment

To determine the end user assessment of the CPF capabilities, post deployment reports for the 1995 – 1998 time frame were examined in detail by the review team. These reports included operations in United Nation forces in the Adriatic sea, participation in the NATO Standing Naval Force Atlantic (SNFL), combined and joint operations with NATO allies, and national exercises/missions. Overall, the post deployment reports indicate that commanding officers are satisfied with the operational capability of the CPF. The post-deployment reports confirm the interviews conducted in 1995 with the CPF commanders and their staffs. In particular, the reports highlight the following CPF capabilities:

- Communications interoperability with allies
- Effective engagements by combat systems, including the destruction of incoming sea skimming drone targets
- Superior direction finding and navigational capability in shallow water Adriatic operations (10 meters depth)
- Designation by NATO as the SNFL anti-submarine warfare (ASW) coordinator due to ASW capabilities
- Acceptable performance of critical equipment for deployments in environments with extreme temperatures.

Within the CPF project, funding was available to take advantage of technological improvements that evolved during the project. There are favourable reports by CPF commanders and staffs on the performance of the upgraded hull mounted sonar and the navigation radar. A modern local area network has also been installed on the CPF with upgraded printers.

Post-deployment reports record other operational deficiencies that have been addressed by the PMO. For example, the restrictions on the diesel engine cruise speed have been lifted since the replacement of the connecting rods, a design fault. As well, to address minor deficiencies and enhance the command and control software (CCS) there have been four Navy Versions to improve the integration of the CPF weapon and sensor systems. We observed that some CPF subsystems that are in service with several other navies require a high level of maintenance such as diesel generators, the close in weapon systems and the fire control radar. However, our trend analysis of in-service maintenance costs for the last four years indicates there is no increase and that they are relatively low compared to the Tribal class – a recently upgraded Canadian warship similar in size and capability to the CPF.

National Défense
Defence nationale

Chef – Service d'examen

FRÉGATE CANADIENNE DE PATROUILLE

COMPARAISON DES COÛTS ET DES CAPACITÉS

26 mars 1999

7050-11-11 (CS Ex)

Canada

Examen interministériel du Projet de la frégate canadienne de patrouille : Rapport de l'analyse comparative des coûts et des capacités

1.1 Sommaire

1.1.1 Ce rapport s'ajoute aux autres rapports produits dans le cadre de l'Examen interministériel du Projet de la FCP. On y présente les résultats d'une comparaison indépendante basée sur les spécifications de performance du fabricant et les coûts de la FCP par rapport à ceux de frégates construites par plusieurs autres pays à la même époque. Cette analyse comparative a été exécutée par des examinateurs du MDN et constitue essentiellement une toile de fond pour d'autres évaluations plus traditionnelles de certains aspects du Projet.

1.1.2 Cette analyse a conclu que, d'après les spécifications de performance, la FCP est un navire de guerre de classe internationale et que, conformément aux conventions de l'OTAN sur les coûts, le coût de production du dernier navire est raisonnablement concurrentiel avec celui d'autres pays. La FCP dépasse les spécifications de perfor-mance individuelles de ses contemporains plus souvent qu'elle ne les égale ou ne les atteint pas. Ces conclusions sont en dernière analyse fondées sur les données relatives aux coûts et sur les spécifications du fabricant pour les systèmes navals et de combat, obtenues suite à une recherche exhaustive de numéros de Jane's Fighting Ships et de Forecast International. Notre recherche documentaire a en outre révélé que nonob-stant des difficultés considérables éprouvées aux premières étapes du Programme de la FCP, celui-ci a produit une frégate polyvalente, très bien cotée à l'échelle internationale.

1.1.3 *Cette analyse a été quelque peu critiquée, notamment telle qu'elle avait été présentée dans sa première ébauche. On s'interrogeait surtout sur le caractère subjectif de certains éléments. Il a été proposé qu'il y ait des analyses plus poussées par un comité d'experts ainsi que des comparaisons fondées sur les mécanismes d'intervention en cas de menaces bien définies. Nous n'avons pas suivi cette démarche. Toutefois, les conclusions de l'analyse ont été limitées si l'on tient compte des observations formulées et de l'élément de subjectivité très difficile à contourner. L'équipe d'examen est maintenant confiante que les conclusions de cette analyse indépendante sont convenablement qualifiées et raisonnables dans les circonstances.*

1.1.4 *Le Bureau de projet pour la Frégate canadienne de patrouille (BP FCP) a aussi critiqué quelque peu l'analyse. Le BP FCF a fait remarquer qu'une comparaison des capacités est forcément subjective, étant donné que généralement l'on ne dispose pas des paramètres sur lesquels on se base pour faire une évaluation qualitative objective des capacités de combat. En réponse au rapport, le BP a fait valoir les conclusions très positives d'une étude similaire, quoique plus approfondie, sur les progrès technologi-ques de plusieurs frégates de niveau international, qui a été réalisée en 1997 par le Center for Security Strategies and Operations (CSSO), le volet recherche et analyse de la firme TECHMATICS, installée en Virginie. À notre connaissance, cette étude a été commanditée par l'entrepreneur principal de la FCP.*

1.1.5 *Les médias ont récemment fait état de certaines difficultés, notamment en ce qui concerne les tirs de missile effectués à partir des FCP et des navires de la classe Tribal. Il semblerait que ces difficultés soient attribuables à différents facteurs, liés à la formation des opérateurs et aux spécifications du matériel, qui ont été observés en 1997, au cours d'exercices menés en vue de faire l'essai des systèmes d'armes dans des situations de combat simulé et de tirs à portée accrue. Comme l'essentiel de notre travail s'est fait en 1995, nous ne sommes pas en mesure de formuler des observations impartiales sur ces événements plus récents. L'avertissement du CSSO mérite toutefois qu'on s'y arrête : «L'efficacité de systèmes d'armes complexes est difficile à mesurer dans des conditions stressantes de combat.» Il est en effet difficile de procéder aux essais et à l'évaluation du matériel, car on ne peut prévoir toutes les combinaisons possibles d'opérateur, de matériels, d'interactions et de contraintes qui prévalent dans des conditions de combat.*

1.1.6 *Les autres rapports qui seront publiés dans le cadre de l'Examen inter-ministériel de la FCP sont énoncés ci-après.*

Tableau 1 : Examen de la FCP - Rapports et responsabilités

Secteur d'examen	Organisme d'examen
Cadre de gestion contractuelle de la FCP	Chef - Service d'examen (CS Ex)/MDN et Directeur général – Vérification et examen (DGVE)/TPSGC
Simulateur de systèmes de combat (Gestion contractuelle)	Coopers and Lybrand en vertu d'un contrat géré conjointement par le CS Ex/MDN et le DGVE/TPSGC
Conflit d'intérêts	CS Ex/MDN et DGVE/TPSGC
Sécurité des informations	Sécurité et police militaire du MDN et Sécurité industrielle de TPSGC

2.1 Introduction

2.1.1 L'analyse contenue dans ce rapport a été effectuée par des examinateurs du MDN. On y trouve des renseignements sur les spécifications des systèmes d'armes et les coûts de la FCP par rapport à des frégates construites par 11 autres pays à la même époque. Cette analyse comparative ne suffit pas à étayer des conclusions indéniables sur le coût et la performance relative des navires. Elle contient plutôt des indicateurs qui doivent être considérés dans le contexte du niveau de sophistication relatif de l'analyse et de la disponibilité partielle de renseignements uniformément fiables sur tous les navires et pour l'ensemble des caractéristiques et des coûts. Toutefois, l'information relative à la FCP a été largement corroborée par le biais de vérifications axées sur des systèmes (rapportées séparément) qui ont été exécutées pour : a) justifier les coûts déclarés et b) déterminer que l'État a obtenu ce qu'il avait stipulé dans le contrat et qu'un programme bien conçu était en place concernant les essais et les évaluations/ l'assurance de la qualité (E&E/AQ) de l'équipement. Les sources clés de données sur les spécifica-tions de performance et sur les coûts ont été la 99e édition de *Jane's Fighting Ships* et la publication annuelle du gouvernement américain, *Forecast International/ DMS Market Intelligence Report*. Bien que ces sources fournissent principalement des renseignements sur la performance des systèmes navals et de combat de la marine, notre recherche s'est en outre inspirée de plusieurs revues maritimes datant de 1986 et des années subsé-quentes, qui nous ont permis de déterminer les coûts et capacités d'autres navires de guerre construits à la même époque que la FCP. Enfin, des renseignements nous sont parvenus directement de nos contacts à l'OTAN, d'autres alliés et de certaines sources au MDN.

2.1.2 Nous reconnaissons qu'une analyse comparative avec d'autres frégates comporte certaines difficultés et limitations. En dernière analyse, un niveau de subjectivité est incontournable. Des questions sont soulevées dès le départ, dont les pondérations qu'il faut assigner aux caractéristiques de fonctionnement des sous-systèmes individuels. Le Directeur – Soutien aux navires (DSN) de la Défense nationale nous a informés que les architectes navals des pays alliés n'ont pas convenu de facteurs de pondération pour les diverses capacités. Par ailleurs, il était difficile d'assortir les spécifications de perfor-mance des sous-systèmes avec des données en matière de fiabilité/maintenabilité qui n'étaient pas facilement accessibles. Le raffinement de notre analyse pourrait être amélioré par l'examen de la réaction aux divers scénarios en matière de menace. Toutefois, cela nécessiterait des renseignements fiables sur les capacités éprouvées de chaque navire, ainsi qu'une communion de vues sur les scénarios les plus pertinents en matière de menace; d'autres éléments de subjectivité en résulteraient indubitablement. Par conséquent, l'analyse présentée est rudimentaire, et les examinateurs ont cherché à minimiser les jugements qualitatifs. Nous partageons l'opinion qu'une telle analyse pourrait tirer profit de l'opinion d'experts, idéalement sous la forme d'une consultation d'experts. Pour l'instant, cette étape n'a pas encore été franchie.

2.1.3 À noter également que le pays d'origine des diverses frégates n'est pas identifié étant donné que certains éléments d'information ont été communiqués aux examinateurs du MDN à titre confidentiel.

3.1 Conclusion

3.1.1 Notre analyse révèle que la FCP est un navire de guerre de classe internationale et que le coût de production du dernier navire est raisonnablement concurrentiel avec celui d'autres pays, compte tenu des conventions de l'OTAN relatives aux coûts. La FCP dépasse les caractéristiques individuelles des systèmes navals et de combat des autres navires bien plus souvent qu'elle ne les égale ou ne les atteint pas. En outre, notre recherche documentaire sous-entend que le Programme de la FCP a ultimement produit une frégate qui, dès 1996, a été très bien cotée par les experts à l'échelle internationale nonobstant quelques mauvaises critiques médiatiques et les difficultés éprouvées au tout début.

4.1 Comparaison des capacités

4.1.1 Les 11 navires qui ont été choisis pour être comparés à la FCP entrent dans la classe des frégates et sont encore de service dans les marines de divers pays déployées dans l'Atlantique Nord et le Pacifique. Les caractéristiques des armes et des plates-formes ont été puisées dans *Jane's Fighting Ships* et *Forecast International*. Les carac-téristiques opérationnelles des armes et des plates-formes sont basées sur les spécifi-cations du fabricant dans des conditions optimales, base de référence appliquée aux 11 frégates. Les caractéristiques des navires ont été réparties en neuf catégories axées sur les capacités, après consultation avec le DSN. Chaque type de système d'armes et de détection a été comparé à des critères tels que le nombre de systèmes, la portée, la cadence de tir et le volume du tir. Les comparaisons de la capacité des plates-formes telle que la surviabilité portaient, entre autres, sur la résistance de la coque, les systèmes de limitation des avaries, l'amortissement du bruit, les signatures infrarouges, les leurres, les contre-mesures électroniques, la défense contre les armes nucléaires, biologiques et chimiques et la réduction de la signature radar.

4.1.2 Comme le montre la figure 1, les spécifications opérationnelles des sous-systèmes de la FCP en regard de chacune des capacités ont été jugées comme étant équivalentes, supérieures ou inférieures aux sous-systèmes des 11 autres frégates. Étant donné que les alliés n'ont pas convenu de critères de pondération, nous avons fait nôtres les commentaires qui avait contesté notre tentative antérieure de quantifier les résultats de la comparaison des capacités en cumulant les neuf capacités dans une note finale. Cela étant, la figure 1 sert ni plus ni moins de «carte de pointage» montrant l'évaluation comme une comparaison qualitative de la capacité de chaque sous-système.

Comparaison des capacités de la FCP et de 11 frégates d'autres pays

Capacité (Catégories de sous-système)	FCP	Frégate 1	Frégate 2	Frégate 3	Frégate 4	Frégate 5	Frégate 6	Frégate 7	Frégate 8	Frégate 9	Frégate 10	Frégate 11
Rôles multifonctionnels												
Portée, équipage												
Armes pour combat surface-surface												
Défense aérienne												
Armes pour combat sous-marin												
Détection en surface/sous-marine												
Défense rapprochée												
Intégration des systèmes												
Surviabilité												

FCP Caractéristiques supérieures

FCP Caractéristiques équivalentes

FCP Caractéristiques inférieures

Figure 1

4.1.3 Nous n'avons pas l'intention de fournir ici une explication détaillée de la figure 1. On trouvera les détails sur cette comparaison des capacités et la méthodologie aux Annexes A et B respectivement. La figure 1 donne une indication des avantages relatifs de la FCP, dont le niveau élevé d'intégration des systèmes de combat et de la mécanique navale ainsi que son déploiement à grande distance et son endurance. La performance globale du navire est en outre améliorée par son caractère polyvalent.

4.1.4 Notre examen de la FCP, effectué en 1995, a fait valoir les difficultés éprouvées par le Programme à ses débuts. Par exemple, l'ampleur de l'intégration des logiciels qu'il fallait réaliser était peut-être sans précédent au cours de la période visée et une bonne part des problèmes éprouvés étaient typiques des grands projets de développe-ment de logiciels de l'époque. Le BP associe la plus grande partie des difficultés du début à la mise sur pied d'une capacité de construction navale au Canada. Vers la fin des années 80 et au début des années 90 notamment, le Programme s'est attiré une mauvaise presse, et ce, avant l'acceptation de la première frégate, comme en témoigne l'article intitulé « Canadian Patrol Frigate Trials and Tribulations » paru en septembre 1991 dans *Navy International*. Toutefois, faisant suite à nos propres observations et aux résultats découlant de l'analyse comparative, des témoignages d'«experts» glanés dans notre recherche documentaire avant 1996 tendaient à corroborer le succès du Programme. Nous faisons allusion à certains articles parus dans des revues spécialisées. Nous citons également des commentaires qui nous ont été adressés par l'US MITRE Corporation, une organisation sans but lucratif qui fournit des services techniques au gouvernement américain et qui a fait fonction d'expert-conseil vis-à-vis du Programme de la FCP. La véracité de son évaluation tient compte du contexte de l'époque, celui des rapports implacables qu'elle a présentés au cours du Programme.

4.1.5 Le rédacteur en chef de l'une des principales sources d'information, la publica-tion britannique *Jane's Fighting Ships*, a déclaré que les navires canadiens de la classe Ville sont d'excellents navires de guerre[1]. En outre, le commentaire suivant a figuré dans *Forecast International*, une publication américaine qui fournit une évaluation annuelle des capacités des navires de guerre et de leurs possibilités d'exportation :

> Après des débuts plus qu'incertains, en raison notamment de cette longue période au cours de laquelle la construction navale au Canada était au point mort, les frégates de la classe Halifax ont évolué en navires de guerre de qualité. La Marine américaine a fait l'éloge du premier navire de la série, après ses visites des bases navales américaines. Le *NCSM Halifax* est en outre perçu comme très satisfaisant sur le plan de la conception par la Directorate of Navy Construction de la British Royal Navy[1].

4.1.6 De plus, nous avons pris note de l'énoncé suivant lors d'une entrevue avec des représentants de la MITRE Corporation, une importante entreprise d'experts-conseils des États-Unis qui a aidé le Programme de la FCP à résoudre les difficultés d'intégration du logiciel des systèmes d'armes :

---

1 Ottawa Citizen, capt Richard Sharpe, 23 fév 1995

> L'équipe de la MITRE comptait environ 120 années d'expérience comme consultants en logiciels qu'elle a pu mettre au profit du Projet de la FCP. Contrairement aux autres projets de développement de logiciels sur lesquels l'équipe a travaillé, la FCP constituait l'un des plus importants du point de vue de la complexité de l'intégration. Plusieurs projets américains amorcés dans les années 60 n'ont fini d'évoluer complètement que dans les années 80 et ont nécessité plusieurs mises à niveau du logiciel. La FCP avait déjà atteint un haut niveau d'évolution au moment de son acceptation[2].

4.1.7 Les difficultés éprouvées à l'intégration du système de la FCP étaient en partie attribuables à la nature expérimentale des méthodes de conception de logiciels. Toute-fois, comme l'a fait remarquer la revue maritime internationale *Naval Forces*, dans une comparaison des systèmes de commandement et de contrôle des frégates de pays alliés, l'architecture distribuée des systèmes de combat de la FCP a été considérée comme étant à la fine pointe de la technologie.

> La Marine canadienne et Unisys GSC Canada Inc. ont le mérite d'avoir été les premiers à mettre en service le premier système de commandement-navire de surface entièrement décentralisé. Les frégates de patrouille de la classe Ville sont munies du système embarqué intégré de traitement et d'affichage (SHINPADS), système qui a impressionné tous ceux qui l'ont observé de visu. Ce qui fait la force du SHINPADS c'est que les concepteurs ont reconnu d'emblée que les options de l'architecture des systèmes de combat évoluaient. Une étude amorcée il y a 20 ans a conclu que les coûts du matériel chutaient rapidement et que les systèmes informatiques dotés d'une seule unité centrale de traitement devenaient périmés[3].

4.1.8 Suite à l'ébauche de ce rapport, le Bureau de projet de la FCP a fourni en juillet 1997 une analyse des navires de guerre de type frégate réalisée par le CSSO des États-Unis. L'annexe C fait l'historique de cette organisation. Le BP a entériné cette analyse intégralement, donnant à penser qu'elle est supérieure à celle qu'ont effectuée les examinateurs du Ministère. Le BP nous a informés que l'analyse du CSSO a été commanditée par l'entrepreneur principal de la FCP.

4.1.9 L'analyse du CSSO visait une comparaison détaillée de la FCP et d'autres frégates en service le 28 juin 1992, date à laquelle le premier navire, le *NCSM Halifax*, entrait en service. L'analyse comprend une comparaison du *Halifax* à cinq classes de navires de guerre de type frégate en service en 1992, exploités par la France, les États-Unis, le Royaume-Uni et les Pays-Bas. Nous avons résumé les résultats de l'analyse dressée par le CSSO de la technologie de pointe (1992) afférente aux navires de guerre de type frégate à la figure 2 afin de comparer cette évaluation avec l'analyse du CS Ex. Il se trouve que ces résultats ne diffèrent pas de ceux qui ont été présentés à la figure 1. Le rapport du CSSO comprend également le compte rendu sommaire suivant :

---

2 La MITRE est une compagnie sans but lucratif qui fournit des services techniques au gouvernement américain.

3 Naval Forces, Seeing The Big Picture, Anthony Reston, November 1994, Volume XV

Analyse comparative des navires de guerre de type frégate à la fine pointe de la technologie (1983-1992) réalisée par le Center for Security Strategies and Operations (USA)

Capacité de la frégate	FCP	Frégate A	Frégate B	Frégate C	Frégate D	Frégate E
Systèmes de commandement et de contrôle						
Systèmes de communication						
Systèmes de commande des machines						
Surviabilité						
Signature acoustique						
Signature radar						
Signature thermique						
Capacité d'autodéfense						
Guerre anti-sous-marine						
Combat surface-surface						

FCP Caractéristiques supérieures

FCP Caractéristiques équivalentes

FCP Caractéristiques inférieures

Figure 2

Le *Halifax* comprend plusieurs systèmes perfectionnées qui sont à la fine pointe de la technologie maritime, à l'échelle internationale. Bien qu'individuellement ces systèmes ne donnent que des augmentations marginales dans la capacité opérationnelle de mener la guerre, leur impact collectif peut être sensiblement plus important. Quelques secondes de plus pour réagir aux attaques-surprises, une meilleure évaluation ainsi qu'une évaluation plus rapide du renseignement et de l'information, la prise de décisions à l'aide de moyens informatisés qui minimisent la probabilité d'erreurs et de retards attribuables à des facteurs humains, la capacité de résister aux avaries et d'autres caractéristiques encore peuvent faire la différence entre la survie et la perte d'un navire, entre le succès ou l'échec d'une mission. L'expérience antérieure a montré que la surviabilité compte pour beaucoup. La capacité de minimiser les effets d'une frappe initiale et de demeurer opérationnels revêt une importance capitale. Par ailleurs, la conception modulaire du système de combat du *Halifax* avec ses bus de données redondants fournit un plus grand potentiel de croissance que les systèmes analogues câblés utilisés par la plupart des autres frégates.

L'efficacité au combat d'un système d'armes complexe est difficile à prédire et à mesurer. Dans le cas de la frégate britannique *Sheffield* affectée à la guerre des Malouines et de la frégate américaine *Stark* déployée dans le golfe Persique, les systèmes d'autodéfense potentiellement efficaces de ces navires n'ont pas été utilisés en raison de défaillance humaine. Le système de combat complètement automatisé du *Halifax* est donc considéré comme une percée importante de la technologie de pointe des navires de guerre de type frégate.

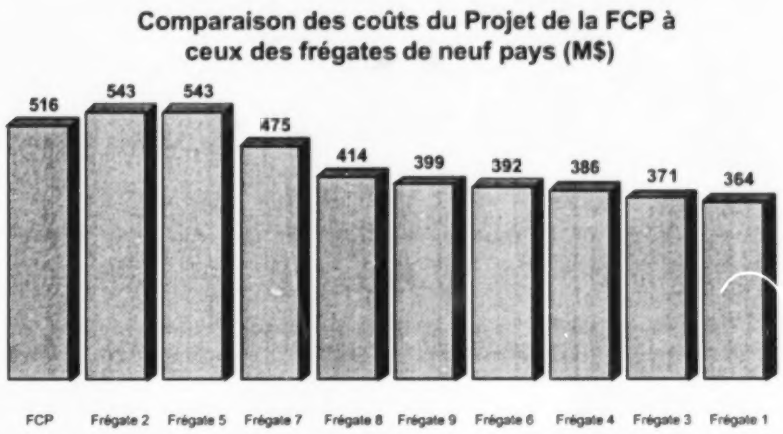
4.1.9 Si nous ne sommes pas en mesure de souscrire à l'étude du CSSO, nous ne sommes pas en mesure de mettre en doute la véracité de ses conclusions non plus. Cependant, tout au long de notre analyse, nous nous sommes demandé si nous avions suffisamment examiné la question des conséquences d'une intégration sans précédent des systèmes embarqués des FCP. Si l'étude du CSSO dit vrai, il n'est pas impossible en fait que nous ayons, dans notre propre analyse, sous-estimé les capacités des frégates. Nous avons d'ailleurs cru bon de citer quelques extraits de l'étude en question (voir l'annexe D).

4.1.10 L'équipe d'examen a revu les rapports de postdéploiement des FCP datés de 1995 à 1998 afin d'analyser le rendement des navires du point de vue de l'utilisateur final, de manière à compléter ses travaux de 1995. Elle livre son évaluation à l'annexe E. Les indicateurs sont favorables dans leur ensemble et viennent confirmer les propos que les commandants des FCP et leur personnel ont tenus en 1995.

5.1 Comparaisons de coûts

5.1.1 En enquêtant sur les coûts relatifs, nous avons éprouvé de la difficulté à obtenir des renseignements équivalents sur l'établissement des coûts. L'information au sujet des FCP était forcément beaucoup plus vaste que celle des autres frégates. Par exemple, bien que certains des navires aient été en production depuis un certain temps déjà, il se peut que les coûts obtenus ne témoignent que des coûts de production en cours – les frais de mise au point en étant exclus. En outre, il se peut fort bien que les stratégies contractuelles pratiquées dans chacun des pays influent sur les coûts déclarés d'un projet. Un des grands objectifs du Programme de la FCP était d'atteindre le plus de retombées industrielles régionales possible, et de développer le secteur de la construction navale au Canada de même que l'expertise en matière d'intégration électronique. Dans la mesure du possible, nous cherchions à en arriver à une comparaison de coûts identiques.

Pour toutes les comparaisons de coûts présentées, nous avons tenu compte de facteurs tels les taux de hausse des coûts au stade de la conception et de la construction des frégates, ainsi que des taux de change. Les comparaisons de coûts sont exprimées en dollars canadiens de l'exercice 1995.



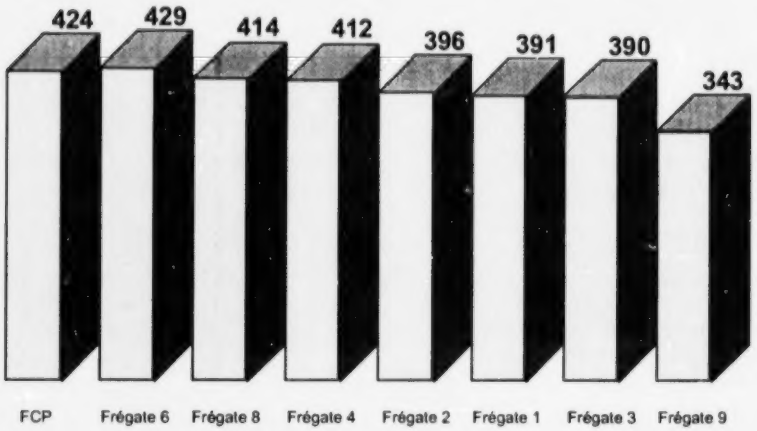
Coûts fondés sur l'adjudication des contrats, l'EFG et la gestion du projet, moins les coûts des travaux de conception et des pièces de rechange, en $CAN de 1995.

Figure 3

Résultats

5.1.2 Les figures 3 et 4 offrent deux points de vue sur les coûts associés aux frégates que nous avons examinées. À divers degrés, les coûts des projets dont il est question àla figure 3 englobent des éléments tels que la valeur du contrat adjugé, l'équipement fourni par le gouvernement (EFG), les coûts de gestion du projet, la formation, la documentation en matière d'assurance de la qualité et les assurances. Toutefois, il n'a pas été possible de déterminer, par exemple, si certains contrats adjugés touchaient en outre la construction d'installations. Par ailleurs, contrairement à la FCP, bon nombre de frégates comportaient quelques modifications mineures de conception par rapport à une classe antérieure de frégates, ce qui occasionnait des coûts inférieurs pour les travaux de conception. Comme il a été impossible de cerner les coûts des travaux de conception pour les versions antérieures des frégates alliées, nous avons exclu ces coûts pour toutes les frégates afin d'en arriver à une base commune devant servir la comparaison. (À cet égard, on a fait remarquer, avec raison d'ailleurs, que l'exclusion des coûts des travaux de conception biaiserait quelque peu la comparaison en faveur de la FCP vu que les coûts de conception et de mise au point seraient amortis sur un lot de fabrication relativement modeste de 12 frégates.)

Comparaison des coûts de la FCP barre en main à ceux des frégates de sept pays (M$)



Les coûts des travaux de conception, des installations, des pièces de rechange entreposées, du BP, de la documentation et de la formation ne sont pas compris dans les coûts de l'OTAN barre en main.

Figure 4

5.1.3 Étant donné la difficulté d'obtenir des définitions et des renseignements équivalents sur l'établissement des coûts, nous avons basé notre analyse comparative de ces derniers sur une convention de l'OTAN, celle des coûts des navires barre en main. Ces coûts sont indiqués à la figure 4 et s'inspirent de la Publication interalliée sur l'ingénierie navale (ANEP-41). Les coûts barre en main de l'OTAN comprennent, entre autres, la construction navale, le matériel, les modifications mineures de conception, les tests et essais, les premières pièces de rechange et le carburant. Ce sont des coûts de production qui sont représentés comme prix à l'exportation dans la publication américaine *Forecast International.* (Les coûts barre en main n'étaient pas disponibles pour tous les navires ayant servi à la comparaison des capacités.) Toutefois, autre indication de la difficulté d'obtenir des coûts de projets détaillés, il est important de noter que pour les navires 1, 3, 4 et 6, les coûts des frégates barre en main indiqués à la figure 4 sont supérieurs aux coûts des projets décrits à la figure 1. Les coûts de projets des autres pays ne reflètent pas nécessairement les coûts subventionnés des chantiers navals ou n'incluent pas nécessairement les améliorations d'infrastructure.

5.1.4. Il convient aussi de souligner que les coûts barre en main pour les frégates 1, 3 et 9 sont inférieurs à ceux de la FCP. Toutefois, on pourra trouver une explication par l'examen des différences au niveau des capacités de la figure 1 et de l'annexe A. La FCP est supérieure quant à la taille, à la portée, à l'endurance de l'équipage, à l'invisibilité radar et aux systèmes de détection à réseaux remorqués. De plus, les frégates 1, 3 et 9 ne sont pas dotées d'une capacité plurifonctionnelle. L'utilisation de la convention de l'OTAN sur l'établissement des coûts des navires est celle qui permet le mieux d'établir une comparaison de coûts semblables. Elle permet essentiellement d'estimer le prix à l'exportation des navires tel qu'indiqué dans une revue spécialisée reconnue, que nous avons vérifié en regard d'autres informations sur les coûts. Dans la mesure où cela reflète le coût marginal de production, il est important de noter que celui-ci a baissé progressivement pour la FCP, allant de 480 M$ pour le premier navire à 424 M$ pour le dernier.

Bibliographie

G. De Bakker, *French Frigate Programs, International Defence Review*, 1 Oct 89

Cdr K.B. Bait, *Canadian Defence Liason Staff (London)*, 10 Nov 95

P. Beaver, *Type 23 SSCS Not Before 1995, Jane's Defence Weekly*, 12 May 90

P. Beaver, *Encyclopaedia of the Modern Royal Navy*, 3rd Edition

J. Betermier, *Splitting the Load, Two New French Frigates, International Defence Review*, 4/94

F. Bonnart, *NATO Frigate in the Doldrums, NATO's 16 Nations*, Nov 87

K.S. Brewer, N. Polmar, *Comparative Analysis of the State of the Art in Frigate-Type Warships 1983/1992, Center for Security Strategies and Operations*, Fairfax, USA, 2 Jul 97

R. Corney, *Information Request-ANZAC Frigate Costs, Inspector-General Division National Capital Centre*, Canberra, Australia, 30 Nov 95

Dutch Confirm Greek Kortenaer Buy, Jane's Defence Weekly, 15 Aug 92

H. Flock, *Are Large Warships Still Effective, Military Technology*, 7/89

Frigates, Navy International, Apr 90

Frigate Foray – Three Nations Try to Build Common Ship, Armed Forces Journal International, Aug 94

R. Foley, F Cranston, *Consortia Tighten ANZAC Costs, Jane's Defence Weekly*, 10 Jun 89

Forecast International/DMS Market Intelligence Report, Oct 95

A.W. Grazebrook, *Bold Approach to FFG Update, Asia-Pacific Defence Reporter*, Nov 94

Greeks Buy Bargain Frigates, Jane's Defence Weekly, 1 Aug 92

S. Hobson, *Complexities Delay Halifax Handover, Jane's Defence Weekly*, 6 May 89

Z. Hussein, *Ship Cost Estimating, Directorate of Naval Architecture and Systems Engineering*, NDHQ, Ottawa, Jul 91

J. Isnard, *Taiwan in $1.8B Frigate Deal, Jane's Defence Weekly*, 13 Jan 90

G. Jacobs, *The US Navy FFG7s in Service, Navy International,* Jul 86

J. Janssen Lok, *Frigate Selection Denied by Taiwan,*
Jane's Defence Weekly, 27 Apr 91

J. Janssen Lok, *Europe's Other Frigate Moves Ahead,*
Jane's Defence Weekly, 11 Feb 95

J. Janssen Lok, *Bazan Builds on Technology, Jane's Navy International*, Mar/Apr 95

J. Janssen Lok, *Common Ground Sought on Future Frigates,*
Jane's Defence Weekly, 12 Feb 94

R. Karniol, J. Janssen Lok, *Korean Projects Pick Up Speed,*
Jane's Defence Weekly, 9 Mar 91

Launch of the Brandenburg-First Type 123, Naval Forces, No. VI/1992, Vol XIII

J.A.C. Lewis, *France to Resume Frigate Offer, Jane's Defence Weekly*, 13 Jul 91

T.G. Lynch, *Canadian Patrol Frigate Trials and Tribulations,*
Navy International, Sept 91

Naval Contracts Status Report, Navy International, Sept 90

New Zealand Opts for up to Four MEKO 200s, Jane's Defence Weekly, 9 Sept 89

Pakistan Looks to Buy UK Type 21s, Jane's Defence Weekly, 23 Jan 93

B. Prezelin, *The French Navy and Naval Industry, Navy International*, Oct 90

M.C Pugh, *Developments in the Australian and New Zealand Navies,*
Naval Forces, No. II/1990 Vol. XI

R. Spittal, *Preliminary Report of CPF Versus Foreign Warship Capability and Cost Comparison, Directorate of Maritime Engineer Support*, 3 Jul 92

Capt R. Sharpe, *Jane's Fighting Ships,* 99th Edition, 1996, Surrey, UK

West Germany/Greece Sign MEEKO Deal, Jane's Defence Weekly,18 Feb 89

D. Williams, Maj A. Fieglar, *PMO CPF Survey Report – A Comparison of European Warship Projects*, 14 Feb 92

P.L. Young, *Australian Frigate Construction, Navy International*, Jun 91

FCP - COMPARAISON DES CAPACITÉS AVEC D'AUTRES FRÉGATES

Vérification FCP – Facteurs étudiés lors de la comparaison des capacités de la frégate

- Portée/Équipage
- Rôles plurifonctionnels
- Intégration des systèmes de combat et de la mécanique navale
- Défense aérienne
- Armes pour combat surface-surface
- Armes pour combat sous-marin
- Détection en surface/sous-marine
- Défense rapprochée
- Surviabilité

Capacités de la FCP

- Portée 9 400 km, vitesse maximale 29 noeuds
- Déplacement 5 235 tonnes
- Équipage – 225 militaires de tous grades
- Systèmes de combat plurifonctionnels – Anti-sous-marin, anti-aérien, surface-surface
- Armes intégrées, senseurs, commandement et contrôle
- Système intégré de commande des machines

- Défense aérienne
  - 16 missiles surface-air (SAM), portée 14,6 km
  - canon 57 mm, portée 17 km, 220 coups à la minute (coups/min), hausse 77 degrés

- Missiles surface-surface (MSS)/armes
  - 8 missiles Harpoon, portée 130 km
  - 8 mitraillettes 12 mm

- Armes pour combat sous-marin
  - 4 tubes lance-torpilles, portée 11 km
  - Hélicoptère Sea King, portée 231 km

- Détection en surface/sous-marine
  - Radar longue portée SPS 49, portée 249 km
  - Radar à moyenne portée, détection de missile à 100 km
  - Deux radars de conduite de tir, portée 140 km, cible $1m^2$
  - Sonar de coque
  - Système de sonar remorqué
  - Bouées acoustiques déployées par hélicoptère
  - Interception électronique (CANEWS)

- Défense rapprochée
  - Vulcan 20 mm, portée 1,5 km, 3 000 coups/min

- Surviabilité
  - Coque résistant aux chocs
  - Réduction du bruit – Système de propulsion sur radier, système d'émission atmosphérique
  - Réduction de la signature infrarouge dans la cheminée d'échappement
  - Matériau absorbant radar
  - Leurres infrarouge et paillettes Shield
  - Leurre antitorpilles Nixie
  - Brouillage électronique (RAMSES)
  - Système organisation sécurité, extinction des incendies automatisée
  - Systèmes à plate-forme redondante
  - Systèmes de commandement et de contrôle décentralisés
  - Système de surpression de défense nucléaire, biologique, chimique (NBC)

Comparaison des capacités par frégate

- **Frégate 1**

Caractéristiques inférieures

- 1 000 tonnes de moins que la FCP
- 50 membres d'équipage de moins
- Mauvaise intégration des systèmes
  - contrat du système de commandement et de contrôle (CCS) accordé en 1995
- Portée des SAM 6 km plus courte
- Installations d'entretien réduites
- Détecteurs et senseurs inférieurs

Caractéristiques supérieures

- Canon 114 mm, portée plus longue de 5 km, 25 coups/min
- Deux systèmes de défense rapprochée (CIWS) 30 mm, portée 1,5 km plus longue que celle de la FCP, 650 coups/min
- Portée 2 300 km plus longue que celle de la FCP
- Faible signature radar

- **Frégate 2**

Caractéristiques inférieures

- 1 150 tonnes de moins que la FCP
- Portée 3 400 km plus courte – Turbine à gaz seulement
- Propulsion à arbre unique
- 19 membres d'équipage de moins
- Mauvaise intégration des systèmes
- Une seule rampe de lancement de défense aérienne
- Mauvaise surviabilité (infrarouge, bruit, radar)

Caractéristiques supérieures

- Canon 76 mm, portée 17 km, 85 coups/min
- Portée des SAM 30 km plus longue que celle de la FCP
- Deux tubes lance-torpilles de plus
- Deux hélicoptères

N.B. Aucune remarque n'a été faite lorsque les caractéristiques de la FCP et des autres frégates ont été jugées équivalentes.

- **Frégate 3**

Caractéristiques inférieures	Caractéristiques supérieures
• 1 500 tonnes de moins que la FCP • 62 membres d'équipage de moins • Aucun MSS – Espace disponible • Aucune émission atmosphérique ni aucun radier • Aucune surpression NBC • Huit SAM de moins • Aucun système de défense rapprochée	• Canon 127 mm, portée 23 km, 20 coups/min • Deux tubes lance-torpilles de plus

- **Frégate 4**

Caractéristiques inférieures	Caractéristiques supérieures
• 1 700 tonnes de moins que la FCP • 86 membres d'équipage de moins • Défense aérienne inférieure – Huit SAM de moins • Portée des MSS 60 km plus courte • Vitesse plus lente de quatre noeuds que celle de la FCP • Aucun sonar de coque ni réseau remorqué – Espace disponible • Aucune torpille	• Canon plus gros – 100 mm, portée 17 km, 80 coups/min • Deux canons de 20 mm • Faible signature radar

- **Frégate 5**

Caractéristiques inférieures	Caractéristiques supérieures
• 850 tonnes de moins que la FCP • Portée 3 500 km plus courte • 25 membres d'équipage de moins • Aucun sonar remorqué	• Canon plus gros – 76 mm, portée 16 km, 85 coups/min • Deux canons de 20 mm • Défense aérienne supérieure – 32 SAM

N.B. Aucune remarque n'a été faite lorsque les caractéristiques de la FCP et des autres frégates ont été jugées équivalentes.

- **Frégate 6**

Caractéristiques inférieures	Caractéristiques supérieures
• 550 tonnes de moins que la FCP • Portée 4 100 km plus courte • 26 membres d'équipage de moins • Intégration des systèmes inférieure • Aucun réseau remorqué • Portée des MSS 88 km plus courte • Systèmes d'armes et de senseurs plus vieux	• Séparation des senseurs/armes • Défense rapprochée – 42 missiles, portée 9,5 km • Deux hélicoptères

- **Frégate 7**

Caractéristiques inférieures	Caractéristiques supérieures
• 2 000 tonnes de moins que la FCP • Portée 3 900 km plus courte • 52 membres d'équipage de moins • Aucun sonar remorqué • Aucun radier pour moteur ni aucune émission atmosphérique	• Canon plus gros – 127 mm, portée 23 km, 20 coups/min • Deux systèmes de défense rapprochée de 20 mm • Six tubes lance-torpilles • Vitesse plus rapide de deux noeuds que celle de la FCP

- **Frégate 8**

Caractéristiques inférieures	Caractéristiques supérieures
• 1 800 tonnes de moins que la FCP • Portée 1 900 km plus courte • 69 membres d'équipage de moins • Aucun radier pour moteur ni aucune émission atmosphérique • Réseau remorqué inférieur	• Canon plus gros – 76 mm, portée 12 km, 85 coups/min • Système de défense rapprochée 30 mm, portée 0,5 m plus longue • Deux canons de 20 mm, 800 coups/min

N.B. Aucune remarque n'a été faite lorsque les caractéristiques de la FCP et des autres frégates ont été jugées équivalentes.

- **Frégate 9**

Caractéristiques inférieures	Caractéristiques supérieures
• 1 300 tonnes de moins que la FCP • Portée 4 100 km plus courte • 55 membres d'équipage de moins • Aucun système intégré de commande des machines • Aucun sonar remorqué	• Canon plus gros – 127 mm, portée 23 km, 20 coups/min • Deux tubes lance-torpilles de plus que la FCP • Deux systèmes de défense rapprochée 30 mm

- **Frégate 10**

Caractéristiques inférieures	Caractéristiques supérieures
• 3 000 tonnes de moins que la FCP • Vitesse plus lente de quatre noeuds que la FCP • 55 membres d'équipage de moins • Deux MSS de moins, portée plus courte • 10 SAM de moins, portée plus courte • Aucun système de torpilles • Aucun système de sonar remorqué • Aucun système de leurres antitorpilles	• Deux canons de 100 mm, 18 coups/min, portée 22 km

- **Frégate 11**

Caractéristiques inférieures	Caractéristiques supérieures
• 2 700 tonnes de moins que la FCP • 114 membres d'équipage de moins • Aucun MSS • Aucun système de sonar remorqué • Aucun hélicoptère • Seulement un radar de contrôle de tir • Aucun leurre antitorpilles	• Canon plus gros – 76 mm, 85 coups/min, portée 16 km • Huit lance-roquettes, portée 10 km • Deux tubes lance-torpilles de plus que la FCP

N.B. Aucune remarque n'a été faite lorsque les caractéristiques de la FCP et des autres frégates ont été jugées équivalentes.

Méthodologie utilisée pour comparer les capacités des frégates et les coûts

1. **Choix du type de navire**. Pour trouver une base de référence commune, il fallait s'efforcer de comparer uniquement des navires de la même classe provenant de différents pays. L'étude comparative du CS Ex s'est donc limitée aux frégates, et n'a porté que sur les frégates en service ou en construction au moment de l'acceptation finale de la première frégate canadienne de patrouille en décembre 1992. L'étude tient compte des navires patrouillant l'Atlantique Nord ou le littoral du Pacifique.

2. **Sources de renseignements**. Comme des renseignements classifiés sur les essais des frégates de onze pays n'étaient pas facilement accessibles, il a fallu se rabattre sur les documents publics pour y puiser l'essentiel des caractéristiques techniques du fonctionne-ment des systèmes navals, d'armes et de capteurs, dont des revues annuelles telles *Jane's Fighting Ships and Forecast International/DMS Market Intelligence*. Neuf autres revues de défense maritime ont également été compulsées (voir la bibliographie) : tous les numéros parus depuis 1989 ont été consultés afin de permettre l'évaluation des capacités des frégates de niveau international ainsi qu'une estimation de la valeur des contrats adjugés. Les renseignements sur les coûts proviennent de l'entrepreneur principal de la frégate canadienne de patrouille (FCP), des officiers de liaison des FC dans les pays alliés et des enquêtes menées antérieurement par le bureau de gestion du projet FCP.

3. **Choix des capacités de combat**. Le Directeur – Soutien aux navires (DSN) du ministère de la Défense nationale a procédé à des comparaisons limitées de coûts et de capacités en 1992. Il a recommandé le regroupement de certaines catégories d'armes, de capteurs et de systèmes navals afin que soient comparées les capacités de frégates étrangères et celles de la frégate canadienne de patrouille. Neuf catégories différentes ont été retenues à des fins comparatives, à savoir :

- polyvalence;
- endurance (rayon d'action et capacité de logement);
- armement anti-surface;
- armement anti-aérien;
- armement anti-sous-marin;
- systèmes de détection (surface et sous-marine);
- défense rapprochée;

- intégration des systèmes navals et de combat;
- survivabilité des plates-formes.

4. **Critères de comparaison des capacités**. Les caractéristiques techniques du fabricant ont servi de base de référence commune pour comparer les différents types de système naval ou de combat. Ensuite, les neuf capacités susmentionnées de la FCP ont été jugées équivalentes, supérieures ou inférieures à celles des frégates de onze pays. Les critères retenus pour les systèmes de combat étaient les suivants :

- nombre de systèmes embarqués;
- portée de chacun des systèmes;
- redondance;
- calibre des ogives;
- cadence de tir.

En ce qui concerne la capacité des plates-formes du navire, les critères de survivabilité suivants ont été retenus :

- résistance et essais de la coque;
- systèmes de sécurité et compartimentage;
- caractéristiques de réduction des bruits;
- réduction des signatures radars et infrarouges;
- contre-mesures électroniques;
- disponibilité de leurres tels que des leurres antitorpilles et des lance-paillettes.

5. **Évaluation de la capacité d'ensemble**. Le DSN a fait savoir que les alliés n'arrivaient pas à s'entendre sur le facteur de pondération pour chacune des neuf capacités mesurées. Il n'a donc pas été jugé utile de leur attribuer une note d'ensemble quantitative. Il a fallu adopter plutôt une approche qualitative, en tenant pour acquis que les capacités des douze frégates comparées étaient de valeur équivalente.

6. **Comparaisons de coûts.** À l'exception du Programme de la frégate canadienne de patrouille, il a été très difficile d'obtenir des renseignements sur les coûts globaux des autres programmes de frégate. Ainsi, il a été impossible de connaître les coûts afférents à deux des onze autres programmes. Tous les coûts ont été calculés en dollars canadiens, en respectant les bons taux de change. De plus, on y a incorporé un taux d'indexation pour convertir les sommes en dollars d'aujourd'hui en dollars de l'année 1995. Le prix barre en mains, que précise l'ANEP 41 (*Allied Naval Engineer Publication*), n'était disponible que pour sept frégates étrangères, étant donné que certaines n'avaient pas encore été mises en service. Le prix barre en mains englobe le prix à l'exportation ou le prix de revient du navire, ce qui comprend les coûts suivants : construction, matériels, modifications de conception mineures, épreuves et essais, pièces de rechange originales et carburant. Dans la mesure du possible, le prix barre en mains fourni par *International/DMS Market Intelligence* a été comparé à celui d'autres sources et établi par rapport à des postes budgétaires semblables d'un projet à l'autre. En comparant les coûts des projets, il n'a pas été tenu compte cependant des coûts de conception et ceux du premier approvisionnement, car ces données n'étaient pas disponibles pour toutes les frégates. Voici les raisons pour lesquelles le prix barre en mains a été préféré aux coûts du projet :

a. le coût de revient à l'unité est plus bas dans les pays qui construisent des frégates en plus grand nombre;

b. les coûts sont moindres si les classes de frégates sont modifiées graduellement; au contraire, les pays qui construisent moins de navires doivent dépenser davantage, vu le bond technologique qu'ils doivent faire en passant d'une classe à l'autre;

c. les coûts de production d'un navire sont moindres si l'État subventionne les chantiers maritimes;

d. les coûts du projet seront différents selon la politique adoptée en matière de fourniture initiale de pièces de rechange; il en coûtera moins cher si le navire est approvisionné pour moins longtemps;

e. certains pays tiennent compte des améliorations apportées à l'infrastructure navale dans le calcul des coûts du projet;

f. certains pays ne tiennent pas compte des besoins en matière d'instruction dans le calcul des coûts du projet.

Center for Security Strategies and Operations (CSSO)

Le CSSO est la section de recherche et d'analyse de TECHMATICS, firme offrant des services professionnels ainsi que des services de technologie et d'ingénierie. Dans ses installations d'Arlington et de Fairfax en Virginie, le CSSO travaille à des projets de recherche, d'analyse et de planification pour le gouvernement et l'industrie dans divers domaines de pointe comme l'aérospatiale, la politique étrangère et la sécurité inter-nationale, la défense, la marine, l'anti-terrorisme, la protection civile, les renseignements stratégiques et opérationnels, l'analyse des risques et l'évaluation des menaces.

Extraits de l'analyse comparative par le CSSO de la FCP et des autres navires de guerre de type frégate

De toutes les frégates analysées, ce sont les frégates de la classe *Halifax* qui sont le plus orientées vers la survivabilité. Elles possèdent une superstructure en acier, une protection balistique, des systèmes de propulsion et des circuits électriques redondants, un système de combat décentralisé redondant, un système intégré de communications survivable, un système de commande de propulsion survivable, d'excellentes fonctions d'organisation sécurité informatisées et une citadelle NBC des plus complète, elles sont rigoureusement protégées contre les chocs et elles sont conçues pour résister aux forces de souffle des charges nucléaires.

Les frégates de la classe *Halifax*, qui sont dotées à la base d'un sonar de coque à moyenne fréquence, d'un sonar remorqué passif à basse fréquence, de torpilles lancées de la coque et d'un gros hélicoptère Sea King CH-124, possèdent la cote la plus élevée en matière de capacité de lutte anti-sous-marine.

Les frégates de la classe *Halifax* sont les seules frégates analysées possédant un système de combat perfectionné entièrement décentralisé avec système de commande-ment et de contrôle décentralisé relié par bus de données redondants. Le système de commandement et de contrôle des *Halifax* est aussi entièrement automatisé pour tous les modes de fonctionnement. Cette caractéristique est considérée très importante, car elle permet de réduire au minimum les risques d'erreur humaine. Les frégates de la classe *Halifax* ont un système intégré de communications externes d'avant-garde entièrement automatisé avec réglage, contrôle et reconfiguration informatisés des circuits. Le système ultraperfectionné de transmission à large bande haute fréquence des *Halifax* fournit un bon rendement tout en exigeant une gestion des fréquences assez limitée.

Les frégates de la classe *Halifax* ont un système de commande des machines ultraperfectionné considéré comme unique, car il est entièrement numérique et repose sur six affichages électroniques multifonctions placés à quatre emplacements redondants. Le système de commande des machines est aussi relié au système d'organisation sécurité informatisé.

Évaluation des capacités par l'utilisateur

Afin de mettre en lumière l'évaluation des capacités de la FCP par l'utilisateur, l'équipe d'examen a vérifié en détail les comptes rendus de déploiement pour la période s'étendant de 1995 à 1998. Ces rapports portaient notamment sur les opérations des forces des Nations Unies dans la mer Adriatique, notre participation à la Force navale permanente de l'Atlantique (STANAVFORLANT), les opérations interarmées avec des alliés de l'OTAN ainsi que des missions et exercices nationaux. Dans l'ensemble, les comptes rendus de déploiement indiquent que les commandants sont satisfaits des capacités opérationnelles de la FCP. Ces rapports confirment les conclusions des entrevues menées en 1995 avec les commandants et le personnel de FCP. On y souligne plus particulièrement les capacités suivantes de la FCP :

- Interopérabilité des communications avec les forces alliées;
- Engagements réels à l'aide des systèmes de combat, y compris la destruction d'engins-ciblés à trajectoire incidente en ras flots;
- Capacité supérieure en radiogoniométrie et en navigation dans le cadre des opérations en eau peu profonde dans la mer Adriatique (à 10 mètres de profondeur);
- Affectation par l'OTAN à la coordination de guerre anti-sous-marine (GASM) au sein de la STANAVFORLANT en raison de ses capacités en matière de GASM;
- Performance convenable de l'équipement critique dans des contextes de déploiement, à des températures extrêmes.

Dans le cadre du projet de la FCP, les fonds disponibles permettaient de tirer parti des progrès technologiques réalisés au cours de sa mise en œuvre. Des commandants et leur personnel ont formulé des commentaires favorables sur la performance du sonar de coque amélioré et du radar de navigation. Un réseau local moderne a également été installé à bord de la FCP qui a aussi été dotée d'imprimantes améliorées.

Les comptes rendus de déploiement font état d'autres défectuosités opérationnelles qui ont été réglées par le BP. À titre d'exemple, la limite de vitesse de croisière du moteur diesel a été supprimée depuis que les bielles ont été remplacées, un défaut de conception. Afin de résoudre les défectuosités mineures et d'améliorer le logiciel de commandement et de contrôle (LCC), quatre versions propres à la marine ont été mises au point pour faciliter l'intégration des systèmes d'armes et de capteurs de la FCP. Nous avons noté que certains des sous-systèmes de la FCP, qu'utilisent aussi plusieurs autres forces maritimes, tels que les génératrices diesel, les systèmes de défense à courte portée et le radar de conduite de tir, exigent considérablement d'entretien. Toutefois l'analyse des tendances que nous avons effectuée en ce qui concerne les

coûts d'entretien en cours de service pour les quatre dernières années indique qu'ils n'ont pas augmenté et qu'ils sont relativement peu élevés par rapport à ceux de la classe Tribal – un navire de guerre canadien, de taille et de capacité comparables à celles de la FCP, qui a récemment été modernisé.